



Available online at
www.ilmupangan.fp.uns.ac.id

**JURNAL
TEKNOSAINS
PANGAN**

Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan
Universitas Sebelas Maret

Jurnal Teknosains Pangan Vol 3 No. 3 Juli 2014

KAJIAN KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORIS *TORTILLA CORN CHIPS* DENGAN VARIASI LARUTAN ALKALI PADA PROSES NIKSTAMALISASI JAGUNG

STUDY ON THE PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF CORN TORTILLA CHIPS WITH VARIATION IN ALKALINE SOLUTION ON “NIKSTAMALISASI” CORN PROCESS

Andri Febrianto^{*)}, Ir. Basito, M.Si^{*)}, Ir. Choirul Anam, MP, MT^{*)}

^{*)}*Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta*

Received 1 Mei 2014; accepted 15 Juni 2014 ; published online 1 Juli 2014

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sensoris, fisik, dan kimia *tortilla corn chips* dengan beberapa variasi larutan alkali. Penelitian ini menggunakan satu faktor yaitu perbedaan larutan alkali dan konsentrasi alkali. Perbedaan alkali terdiri atas soda kue atau natrium bikarbonat (NaHCO_3) dan kapur atau kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), sedangkan variasi konsentrasi alkali terdiri atas 1%, 3%, dan 5%. *Tortilla corn chips* dengan konsentrasi alkali 5% mempunyai karakteristik sensoris *tortilla corn chips* yang paling baik. Kemudian untuk karakteristik kimia meliputi air, protein, dan lemak, mengalami penurunan jumlah atau kadar kandungan dalam *tortilla corn chips*, dikarenakan semakin banyak penggunaan alkali dalam proses nikstamalisasi jagung maka semakin banyak pula kandungan-kandungan kimia tersebut yang larut ke dalam rendaman. Namun pada kadar abu dan karbohidrat mengalami kenaikan kadar kandungan, disebabkan oleh penggunaan alkali yang dapat meningkatkan jumlah mineral dalam *tortilla corn chips* sehingga kandungan kimia yang dimaksudkan pun meningkat. *Tortilla corn chips* dengan konsentrasi 5% mempunyai karakteristik fisik berupa tekstur *tortilla corn chips* yang paling baik, dikarenakan penggunaan alkali yang dapat memicu terjadinya gelatinisasi sempurna dimana struktur *tortilla corn chips* akan lebih porous setelah digoreng.

Kata kunci : tortilla corn chips, larutan alkali, konsentrasi alkali

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the characteristics of sensory, physical, and chemical corn tortilla chips with some variation in alkaline solution. This study used with one factors: differences in the concentration of alkali and alkaline solutions. The difference consists alkaline baking soda or sodium bicarbonate (NaHCO_3) and lime or calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), while the variation of alkali concentration consists of 1%, 3%, and 5%. Corn tortilla chips with 5% alkali concentration has the characteristics of corn chips yang sensoris *tortilla* best. Then to include the chemical characteristics of water, protein, and fat, decreasing the amount or concentration of the compound in corn tortilla chips, because more and more use of corn alkalidalam nikstamalisasi process so the more the contents of the chemical that dissolves into the marinade. However, the ash content and increased levels of carbohydrate content, due to the use of alkaline minerals that can increase the amount of corn tortilla chips so that the chemical content meant increased. Corn tortilla chips with a 5% concentration has physical characteristics such as the texture of corn tortilla chips are best, due to the use of alkali gelatinization which can lead to perfect corn tortilla chips where the structure will be more porous after frying.

Keywords: corn tortilla chips, alkaline solution, alkali concentration

Pendahuluan

Tortilla merupakan makanan khas dari Meksiko berbentuk keripik dengan bahan baku jagung. *Tortilla* merupakan salah satu produk olahan jagung yang paling populer. *Tortilla* biasanya berupa sejenis keripik atau *chips* yang terbuat dari jagung berbentuk bundar gepeng dengan ukuran ketebalan yang berbeda-beda (Santoso, 2008).

Kecenderungan konsumen yang lebih menyukai produk makanan ringan yang praktis dan siap santap seperti *tortilla* ini nampaknya memberikan gagasan baru bahwa diversifikasi jagung menjadi *tortilla* dapat diterima oleh masyarakat Indonesia. Proses pengolahan produk ini cukup sederhana sehingga berpotensi membuka peluang usaha sebagai industri rumah tangga. Pada dasarnya mutu produk olahan yang baik dapat meningkatkan nilai jual produk serta memperluas pasar. *Tortilla* harus dibuat dengan tingkat kerenyahan yang tinggi sehingga dapat meningkatkan daya tarik konsumen terhadap tekstur *tortilla* tersebut. *Tortilla* yang tidak renyah tentu akan menurunkan kualitas produk. Oleh karena itu, perlu adanya penanganan proses dalam mempertahankan kerenyahan *tortilla*.

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan *tortilla* dengan perlakuan pendahuluan, yaitu nikstamalisasi jagung. Proses nikstamalisasi merupakan proses perendaman butiran jagung dalam larutan alkali yang diikuti dengan pemasakan jagung selama beberapa jam (Mendez-Montelvo *et al.*, 2006). Penggunaan alkali dalam proses perendaman dapat membantu dalam memperoleh tekstur yang renyah. Dalam mempertahankan kerenyahan *tortilla* dan agar penyimpanan lebih lama maka jagung direndam dengan larutan kapur. Larutan kapur banyak mengandung kalsium sehingga kalsium tersebut terserap kedalam daging buah (Winarno, 2002). Selain itu juga dapat mempercepat pemasakan, meningkatkan kemampuan pengikatan air serta menghambat terjadinya retrogradasi. Semua hal tersebut pada akhirnya berpengaruh pada tekstur produk olahan dari tepung jagung yang dihasilkan (Fernandez *et al.*, 2008). Selain larutan kapur, dalam penelitian ini juga menggunakan larutan soda kue sebagai perbandingan terhadap larutan kapur. Soda kue juga memiliki fungsi dapat memperbaiki tekstur

produk kerupuk seperti *Tortilla*. Soda kue merupakan bahan pengembang yang mudah didapat dengan harga yang relatif murah, kemurnian tinggi, serta cepat larut dalam air.

Pada penelitian ini dicoba beberapa variasi kadar/jumlah penggunaan alkali pada pembuatan *tortilla*. Selanjutnya beberapa variasi *tortilla* diuji sensoris guna mengetahui tingkat selera konsumen pada produk tersebut serta menganalisis sifat fisik dan kimia sehingga dapat diketahui kandungan nutrisinya.

Metode Penelitian

A. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beras jagung, air, garam, bawang putih, air kapur, soda kue dan minyak goreng. Beras jagung didapatkan dari pasar lokal di daerah Surakarta.

Bahan yang digunakan untuk analisis adalah: (1). Analisis sensoris meliputi *tortilla corn chips* ; (2). Kadar air meliputi *tortilla corn chips* ; (3). Kadar Abu meliputi *tortilla corn chips* ; (4). Kadar protein meliputi larutan H_2SO_4 pekat, air raksa oksida, larutan K_2SO_4 , larutan natrium hidroksida-natrium thiosulfat, larutan asam borat jenuh, larutan asam klorida 0,02 N) ; (5). Kadar lemak meliputi petroleum ether ; (6). Analisis tekstur (fisik) meliputi *tortilla corn chips*.

B. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan *tortilla* jagung adalah baskom, wadah cetakan/loyang, sendok, pisau, panci kukus, timbangan, kompor gas, dan wajan penggoreng. Alat-alat yang digunakan dalam analisis antara lain :

- a. Analisis sensoris : cawan, nampan, gelas, borang, *tortilla*
- b. Kadar air : oven, desikator, botol timbang, timbangan analitik
- c. Kadar abu : krus, oven, timbangan analitik, kompor listrik, tanur, desikator
- d. Kadar protein : tabung Kjeldahl, destruktur, desikator, tabung destilasi,

- erlenmeyer, gelas ukur, buret, dan vortex
- e. Kadar lemak : soxhlet, desikator, neraca analitik, dan kertas saring.
- f. Analisis tekstur : Lloyd Instrument, Testing Machine

C. Analisis Penelitian

Analisis yang dilakukan pada tortilla jagung terdiri atas analisis sensoris dan fisikokimia. Analisis tersebut terdapat pada **Tabel 3.1** berikut ini.

Tabel 3.1. Metode Analisa

Analisa	Metode
Sifat Sensoris :	Uji Kesukaan (Kartika dkk, 1988)
Sifat Kimia :	
a. Kadar Air	Thermogravimetri (Sudarmadji dkk, 1997)
b. Kadar Karbohidrat	By Difference (Muchtadi, 2011)
c. Kadar Protein	Kjeldhal (Sudarmadji dkk, 1997)
d. Kadar Lemak	Soxhlet (Sudarmadji dkk, 1997)
Sifat Fisik :	
Tekstur	Lloyd Instrumen Testing Machine

D. Rancangan Percobaan

Perancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari dua faktor yaitu jenis alkali dan konsentrasi alkali. Data yang diperoleh dianalisis dengan mengaplikasikan *software SPSS 17.0 for windows* dengan menggunakan metode analisis *variance (ANOVA)*, jika terdapat perbedaan antar sampel maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata menggunakan analisis *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* pada taraf signifikansi 5%. Berikut Rancangan Percobaan dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3.2. Formulasi Tortilla

Perlakuan	Kapur	Soda Kue
Jagung	100%	100%
Bahan alkali	1%;3%;5%	1%;3%;5%
Garam	1,25%	1,25%
Bawang putih	2%	2%

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Analisis Sensoris

Hasil yang diperoleh setelah melakukan analisis sensoris dapat dilihat pada **Tabel 4.1** di bawah ini.

Tabel 4.1. Hasil Uji Skoring dengan Metode Perbandingan Jamak pada *Tortilla Corn Chips*

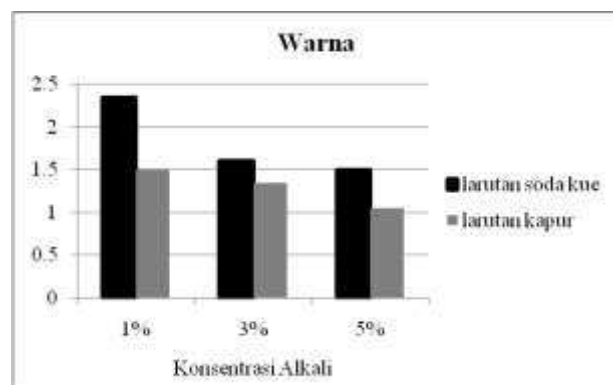
Alkali	%	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Over all
Soda	1%	2.35 ^c	3.00 ^b	2.65 ^a	3.60 ^{bc}	1.86 ^{ab}
	3%	1.60 ^b	2.45 ^{ab}	3.10 ^{ab}	3.75 ^c	2.76 ^{cd}
	5%	1.50 ^{ab}	2.40 ^{ab}	3.50 ^b	3.85 ^c	3.10 ^d
Kapur	1%	1.50 ^{ab}	2.70 ^{ab}	2.65 ^a	3.30 ^{ab}	1.46 ^a
	3%	1.35 ^{ab}	2.30 ^a	2.85 ^{ab}	3.85 ^c	1.73 ^a
	5%	.05 ^a	2.05 ^a	3.35 ^{ab}	3.85 ^c	2.40 ^{bc}

Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.

Keterangan : 1 = lebih buruk dari R
2 = sedikit lebih buruk dari R
3 = sama dengan R
4 = sedikit lebih baik dari R
5 = lebih baik dari R

1. Warna

Warna merupakan faktor yang pertama kali menjadi pertimbangan manusia dalam memilih makanan. Suatu makanan meskipun memiliki nilai gizi yang tinggi, rasanya enak, dan teksturnya baik tidak akan dipilih jika memiliki warna yang tidak menarik atau menyimpang. Oleh karena itu warna menjadi suatu bagian sifat sensori makanan yang penting.



Gambar 4.1. Grafik Uji Sensori Warna

Nilai uji sensori warna *tortilla* yang direndam dengan soda kue berkisar antara 1,50 hingga 2,35. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan

nyata antara tortilla soda kue 1% dengan tortilla soda kue 3% dan 5%. *Tortilla* dengan konsentrasi soda kue 1% menunjukkan sampel dengan warna yang paling baik dibandingkan sampel lainnya, yaitu berwarna kuning cerah seperti warna pada sampel kontrol sehingga menurut panelis cenderung lebih baik. Hal ini disebabkan karena konsentrasi soda kue memberikan pengaruh warna terhadap *tortilla*, yaitu semakin besar konsentrasi soda kue maka warna *tortilla* semakin kecoklatan sehingga menurut panelis sampel tersebut cenderung lebih buruk dari pada kontrol. Penyebab dari terjadinya perubahan warna pada *tortilla* yaitu larutnya kandungan pigmen kuning pada jagung saat direndam ke dalam larutan alkali.

Kemudian untuk *tortilla* dengan perendaman larutan kapur berkisar antara 1,05 hingga 1,50. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ada tidak ada perbedaan yang nyata antara sampel *tortilla*. Pada perlakuan perendaman larutan kapur, *tortilla* dengan konsentrasi 1% ternyata menjadi sampel yang lebih baik dibandingkan konsentrasi 3% dan 5%, yaitu berwarna kuning cerah (mendekati warna sampel kontrol). Seperti halnya pada perendaman larutan soda kue, *tortilla* dengan konsentrasi air kapur 1% menjadi sampel yang lebih baik dikarenakan memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap warna *tortilla*, semakin besar konsentrasi alkali yang digunakan saat perendaman maka warna *tortilla* akan semakin coklat sehingga dianggap lebih buruk dibandingkan warna sampel kontrol. Seperti yang sudah dijelaskan diatas, penyebab dari perbedaan warna *tortilla* dengan konsentrasi kapur yang berbeda yaitu larutnya kandungan pigmen kuning pada jagung saat direndam ke dalam larutan alkali sehingga semakin banyak penggunaan alkali (soda kue maupun kapur) maka pigmen pada jagung yang larut dalam rendaman juga semakin banyak.

Jagung memiliki kandungan pigmen kuning alami (karotenoid) yang mengandung sejumlah besar *lutein* dan *zeaxantin*. Blessin *et al.* (1964) melaporkan bahwa pemasakan dan perendaman dalam larutan alkali akan menurunkan intensitas warna oleh pigmen *karotenoid* dalam biji jagung disertai dengan adanya penyerapan air alkali ke dalam jagung sehingga membuat warna jagung nikstamal menjadi gelap (lihat lampiran). Selama dalam tahap pemasakan dan perendaman, butir jagung yang terdiri atas *hemiselulosa* dan *lignin* sangat larut dalam larutan alkali, dimana kernel akan melunak dan

pericarp menjadi longgar (Carmen, 2003). Oleh sebab itu semakin banyak konsentrasi larutan alkali yang digunakan maka senyawa *karotenoid* yang hilang akan semakin banyak pula. Perendaman jagung pada larutan alkali juga berfungsi untuk mempercepat pemasakan (Fernandez *et al.*, 2008). Semakin banyak konsentrasi alkali yang digunakan saat perendaman maka proses pemasakannya pun dapat berlangsung dengan cepat. Akibatnya, proses gelatinisasi pati terjadi dengan cepat dan memberikan tingkat kelunakan yang besar.

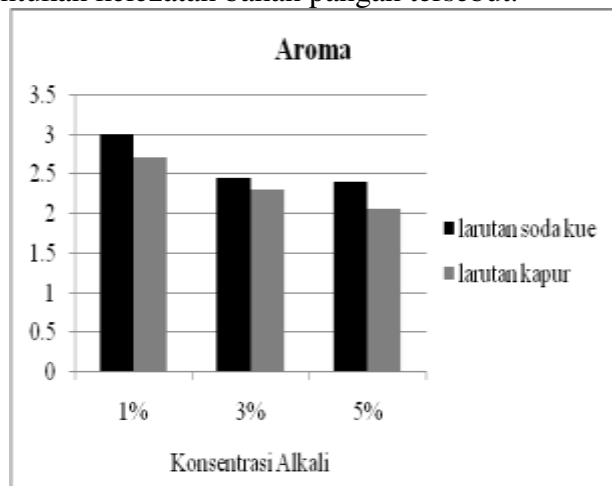
Selain itu, proses penggorengan merupakan faktor yang menentukan mutu produk akhir. Proses penggorengan *tortillachips* akan menghasilkan interaksi asam amino dengan karbohidrat sederhana sehingga akan menimbulkan perubahan warna yang tidak disukai yakni kecoklatan. Menurut Potter (1978), pada proses penggorengan beberapa reaksi terjadi dengan kecepatan yang berbeda. Reaksi tersebut adalah pengembangan dan perpindahan gas, pengembangan citarasa dan perubahan warna akibat reaksi *browning* dan *Maillard*. Reaksi *Maillard* terjadi karena reaksi antara gula reduksi dan gugus amina dari protein atau asam amino (Fennema, 1976).

Mengamati hasil analisa mengenai perbandingan jenis alkali menunjukkan bahwa sampel *tortilla* yang direndam dengan larutan soda kue merupakan sampel yang memiliki tingkat kecerahan warna lebih baik dibandingkan sampel yang direndam dengan larutan kapur. Warna yang dihasilkan oleh sampel yang direndam dengan soda kue lebih kuning dan hampir sama dengan warna sampel kontrol, sedangkan untuk sampel yang direndam dengan larutan kapur berwarna lebih kecoklatan. Perbedaan warna yang terjadi disebabkan oleh sifat dari jenis alkali yang berbeda. Soda kue merupakan bahan pengembang adonan yang terdiri dari bahan pengembang *sodium bikarbonat* (NaHCO_3) dan tepung (Winarno, 1997) yang pada prinsipnya menghasilkan gas CO_2 yang berasal dari pereaksi kimia atau hasil fermentasi mikroorganisme, kemudian berpenetrasi ke dalam jaringan jagung melalui rendaman larutan soda kue tersebut sehingga tidak begitu mempengaruhi warna dari *tortilla* melainkan berpengaruh terhadap tekstur *tortilla*. Berbeda halnya dengan larutan kapur atau Ca(OH)_2 , *kalsium hidroksida* ini dihasilkan melalui reaksi *kalsiumoksida* (CaO) dengan air (H_2O). Kalsium dari kapur akan lebih mudah berpenetrasi ke

dalam jaringan jagung dengan terbentuknya kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) yang mengeluarkan panas ketika dilarutkan ke dalam air sehingga lebih mudah mempengaruhi warna *tortilla*.

2. Aroma

Aroma atau bau menentukan kelezatan suatu bahan agar dapat diterima atau ditolak panelis. Aroma yang dihasilkan dari makanan banyak menentukan kelezatan bahan pangan tersebut.



Gambar 4.2. Grafik Uji Sensori Aroma

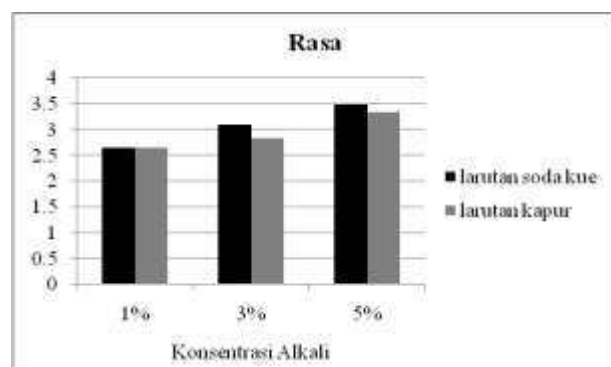
Nilai aroma *tortilla* yang direndam dengan larutan soda kue berkisar antara 2,40 hingga 3,00 (lihat pada Tabel 4.1), sedangkan untuk sampel yang direndam dengan larutan kapur berkisar antara 2,05 hingga 2,70. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata diantara semua sampel (baik soda kue maupun kapur) sebanyak 1% (ditunjukkan dengan *superscript* yang sama pada konsentrasi berbeda). Ini berarti perendaman jagung dengan larutan alkali ternyata tidak memberikan pengaruh terhadap aroma *tortilla*. Dilihat dari sifat alkali yang digunakan, soda kue merupakan bahan pengembang yang berwarna putih dan tidak berbau, begitu pula dengan kapur (*kalsium hidroksida*). Aroma yang ditimbulkan oleh *tortilla* baik sampel kontrol maupun sampel yang diberi penambahan alkali dalam perendaman, yaitu aroma jagung disertai dengan aroma hasil penggorengan. Aroma jagung dan olahan jagung dihasilkan dari senyawa-senyawa volatil yang utama, yaitu *dimetilsulfida*, *1-hidroksi-2-propanon*, *2-hidroksi-3-butanon*, dan *2,3-butanadiol* (Zhou *et al*, 1999). Namun, karena aroma tersusun dari senyawa-senyawa volatil (mudah menguap) maka diduga aroma bahan dasar sebagian besar hilang selama pemasakan dan penggorengan. Selain

itu, aroma yang timbul setelah penggorengan juga dapat dipengaruhi oleh hasil penggorengan dengan minyak goreng (asam lemak tak jenuh) dan akibat reaksi *Maillard* (reaksi gula reduksi dengan peptida) (Carmen, 2003), sehingga aroma semua *tortilla* yang diberi perlakuan dengan alkali cenderung sama dengan kontrol.

3. Rasa

Rasa merupakan salah satu sifat sensori yang penting dalam penerimaan suatu produk pangan. Rasa dinilai dengan indera pengecap (lidah) yang merupakan kesatuan interaksi antara sifat sensori aroma, rasa dan tekstur (Anggriawan R, 2010). Senyawa-senyawa citarasa pada produk dapat memberikan rangsangan pada indera pengecap (Winarno, 1987).

Nilai uji sensoris rasa *tortilla* yang direndam dengan soda kue berkisar antara 2,65 hingga 3,50. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara formulasi soda kue 1% dengan formulasi soda kue 5%. *Tortilla* dengan konsentrasi soda kue 5% menunjukkan sampel yang lebih baik dibandingkan sampel lainnya. Ini berarti sampel tersebut memiliki rasa yang paling baik diantara sampel dengan konsentrasi soda kue lainnya sehingga cenderung disukai panelis. Kemudian untuk *tortilla* dengan perendaman larutan kapur berkisar antara 2,65 hingga 3,35. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata diantara semua sampel *tortilla* yang direndam dengan larutan kapur. Pada perlakuan tersebut, *tortilla* dengan konsentrasi 5% ternyata menjadi sampel yang paling baik (lihat Grafik 4.3).



Gambar 4.3. Grafik Uji Sensori Rasa

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa penggunaan alkali dalam proses nikstamalisasi menyebabkan citarasa *tortilla* menjadi lebih baik. Diduga *tortilla* yang direndam tanpa menggunakan larutan alkali

(kontrol) masih mengandung lemak dan protein yang lebih tinggi dibandingkan *tortilla* yang direndam dengan larutan alkali. Kadar lemak dan protein yang tinggi akan mengakibatkan kadar amilosa pada jagung nikstamal menjadi rendah sehingga diduga rasa khas jagung lebih banyak terperangkap didalam jagung dan menyebabkan rasa *tortilla* menjadi melemah. Gliksman (1969) melaporkan bahwa lemak yang berperan sebagai pengkompleks amilosa akan membentuk endapan tidak larut dan diduga dengan adanya lemak ini akan menghambat pengeluaran amilosa dari granula. Gutierrez-Cortez *et al.* (2010) melaporkan bahwa proses nikstamalisasi tergantung pada keadaan fisik pericarp jagung. Valderrama-Bravo *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa perlakuan perendaman dengan larutan alkali akan menyebabkan kehilangan protein dan lemak yang tinggi akibat terlepasnya pericarp jagung. Diduga sebagian besar lemak dan protein pada jagung terdapat pada pericarp jagung sehingga saat perendaman semakin banyak penggunaan alkali maka akan lebih banyak melarutkan partikel-partikel seperti lemak dan protein yang terkandung dalam jagung dimana akan menurunkan persentase partikel-partikel tersebut sehingga proses gelatinisasi pati meningkat, kadar amilosanya meningkat dan citarasa *tortilla* pun akan meningkat pula. Palacios-Fonseca *et al.* (2009) juga menguatkan bahwa selama proses nikstamalisasi terjadi pelepasan pericarp sehingga melonggarkan jaringan pada biji jagung yang menyebabkan terlepasnya sebagian besar protein dan lemak yang terkandung dalam biji jagung.

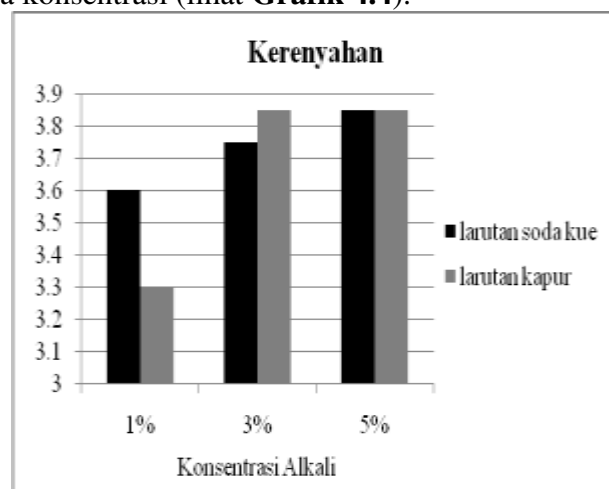
Rasa juga dipengaruhi oleh tekstur dari suatu produk. Zuhra (2006), melaporkan bahwa perubahan tekstur dapat mengubah rasa yang timbul karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rangsangan terhadap sel reseptor olfaktori dan kelenjar air liur. Penggunaan alkali dalam perendaman jagung tentu saja sangat berpengaruh terhadap tekstur dari *tortilla*, semakin tinggi konsentrasi alkali maka *tortilla* akan semakin renyah sehingga akan mempengaruhi citarasa dari *tortilla* tersebut.

4. Tekstur

Tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan mulut (pada waktu digigit, dikunyah, dan ditelan) ataupun perabaan dengan jari (Kartika, dkk., 1988). Kartika dkk. (1988) dalam Laksmi, dkk. (2012) juga menyatakan bahwa tekstur merupakan sifat penting dalam mutu pangan, karena

setiap produk pangan memiliki perbedaan yang sangat luas dalam sifat dan strukturnya. Tekstur produk pangan merupakan salah satu komponen yang dinilai dalam uji organoleptik *tortilla*.

Nilai uji hedonik tekstur *tortilla* dengan perendaman larutan soda kue berkisar antara 3,60 hingga 3,85. Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata antara sampel. Untuk *tortilla* dengan perendaman larutan kapur berkisar antara 3,30 hingga 3,85, hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara sampel dengan konsentrasi 1% dengan konsentrasi 3% dan 5%. *Tortilla* dengan konsentrasi tertinggi yaitu 3% dan 5% menunjukkan sampel yang paling baik diantara semua konsentrasi (lihat **Grafik 4.4**).



Gambar. 4.4. Grafik Kerenyahan

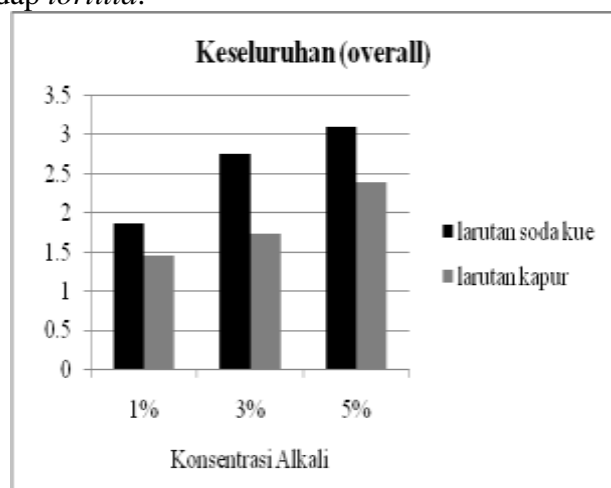
Kerenyahan *tortilla* disebabkan oleh banyaknya air yang terlepas dari granula pati yang pecah pada saat penggorengan. Banyaknya air yang terlepas ini disebabkan oleh banyaknya pati yang tergelatinisasi. Menurut Pinus Lingga (1985), kerenyahan terjadi karena kalsium dari larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang berpenetrasi kedalam jaringan jagung menjadi lebih kompak dengan terbentuknya ikatan baru antara kalsium dengan senyawa yang terdapat dalam jaringan jagung, hal ini yang menyebabkan *tortilla chips* menjadi renyah.

Kerenyahan juga diduga karena dalam butiran pati jagung rantai-rantai amilosa dan amilopektin tersusun dalam bentuk semi kristal yang menyebabkan tidak larut dalam air, dengan adanya perlakuan pemanasan dan perendaman struktur kristal rusak dan rantai polisakarida akan mengambil posisi acak sehingga menyebabkan tergelatinisasi sempurna. Menurut Martz (1962), bila pati

tergelatinisasi sempurna maka jumlah air yang keluar cukup besar sehingga akan terbentuk rongga-rongga yang besar yang menghasilkan produk yang bertekstur renyah. Semakin tinggi konsentrasi alkali yang digunakan selama perendaman maka semakin tinggi tingkat kerenyahan *tortilla chips* tersebut. Hal ini diduga karena semakin tinggi konsentrasi alkali maka pericarp terlepas secara optimal sehingga memudahkan penetrasi air dan kalsium kedalam biji jagung yang akan menghasilkan produk akhir yang semakin renyah.

5. Keseluruhan (Overall)

Pengujian secara keseluruhan atau yang biasa disebut *overall* merupakan penilaian terhadap semua faktor mutu yang meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur, dimana penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui penerimaan dan tingkat kesukaan panelis terhadap *tortilla*.



Gambar 4.5. Grafik Uji Sensori (Overall)

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa adanya variasi konsentrasi alkali pada perendaman jagung memberikan pengaruh nyata terhadap penerimaan *tortilla* secara keseluruhan. Menurut panelis, penggunaan alkali dengan konsentrasi 1% baik menggunakan larutan soda kue maupun larutan kapur memberikan warna *tortilla* yang lebih baik, sedangkan untuk *tortilla* dengan konsentrasi alkali yang lebih tinggi (3% hingga 5%) tidak mempengaruhi aroma *tortilla* tetapi memperbaiki penerimaan terhadap rasa dan tekstur *tortilla*.

Uji organoleptik penerimaan keseluruhan menunjukkan bahwa jenis alkali pada konsentrasi tertentu dalam proses nikstamalisasi berpengaruh nyata terhadap penerimaan keseluruhan *tortilla chips* matang. Semakin tinggi konsentrasi jagung nikstamal

maka semakin tinggi tingkat kesukaan panelis terhadap terhadap *tortilla chips* matang.

B. Hasil Analisis Kimia

1. Analisis Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Kadar air dalam bahan makanan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan makanan tersebut (Winarno 1997). Untuk *tortilla* penentuan kadar air penting karena terkait langsung dengan kerenyahan (Kingcam, *et al*, 2008).

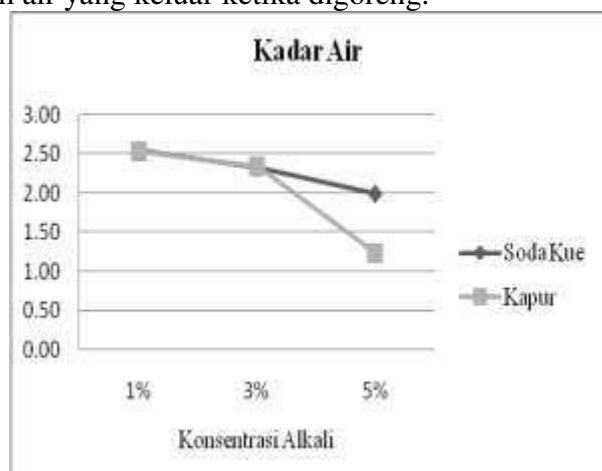
Tabel 4.2. Analisis Kadar Air *Tortilla Chips*

Konsentrasi	Kadar Air (%)		
	Kontrol	Soda kue	Kapur
	3.726 ^d		
1%		2.552 ^c	2.539 ^f
3%		2.322 ^b	2.348 ^e
5%		1.995 ^a	1.234 ^e

Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.

Hasil analisis kadar air menunjukkan bahwa pada sampel dengan perendaman larutan soda kue terdapat perbedaan yang nyata diantara semua sampel. Pada **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi soda kue yang digunakan saat perendaman maka besarnya kadar air *tortilla* semakin menurun. Ini berarti konsentrasi yang tinggi memberikan penurunan kadar air pada *tortilla*, disebabkan oleh banyaknya air yang terlepas dari granula pati yang pecah pada saat penggorengan. Banyaknya air yang terlepas ini disebabkan oleh banyaknya pati yang tergelatinisasi. Pada saat dilakukan perendaman tanpa menggunakan larutan alkali (sampel kontrol) dalam kurun waktu tertentu, terjadi penyerapan air kedalam biji jagung dalam jumlah tertentu, sedangkan penggunaan soda kue akan melarutkan komponen dinding sel, melunakkan kernel dan melepaskan pericarp jagung sehingga penyerapan airnya menjadi lebih banyak dan pati

yang tergelatinisasi akan semakin banyak pula. Menurut Martz (1962), bila pati tergelatinisasi sempurna maka jumlah air yang keluar cukup besar sehinggakan terbentuk rongga-rongga yang besar ketika digoreng. Oleh karena itu, semakin besar konsentrasi soda kue maka kadar air *tortilla* setelah digoreng akan semakin menurun. Demikian pula halnya dengan sampel yang direndam menggunakan larutan kapur. Larutan kapur akan dengan mudah melepaskan pericarp jagung sehingga penetrasi ke dalam jagung semakin cepat. Semakin banyak konsentrasi kapur yang dilarutkan, proses pelepasan pericarp jagungpun semakin mudah sehingga pati tergelatinisasi sempurna yang akan mempengaruhi jumlah air yang keluar ketika digoreng.



Gambar 4.6. Grafik Uji Kadar Air

Kemudian mengamati perbandingan jenis alkali, berdasarkan hasil analisa menunjukkan bahwa sampel *tortilla* yang direndam dengan larutan kapur memiliki tingkat kadar air yang lebih rendah dibandingkan sampel yang direndam dengan larutan soda kue. Hal ini diduga karena sifat kapur yang mengeluarkan panas ketika bereaksi dengan air sehingga lebih cepat menghancurkan pericarp jagung yang mengakibatkan terjadi penyerapan air dalam jumlah lebih banyak sehingga gelatinisasi pati lebih sempurna. Akibatnya, lebih banyak air yang terlepas dari granula pati yang pecah pada saat penggorengan sehingga jumlah air yang teruapkan lebih banyak dan menghasilkan kadar air yang rendah.

2. Analisis Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Penentuan abu total digunakan untuk berbagai tujuan, yaitu selain sebagai parameter nilai gizi dalam bahan makanan juga untuk mengetahui baik tidaknya suatu proses

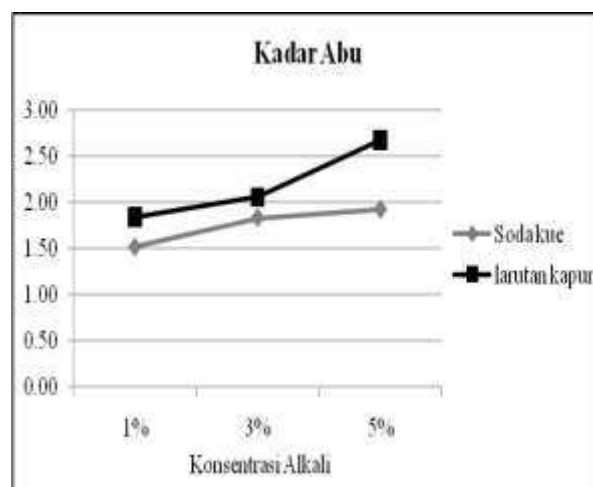
pengolahan, serta untuk mengetahui jenis bahan yang digunakan.

Tabel 4.3. Analisis Kadar Abu *Tortilla Chips*

Konsentrasi	Kadar Abu (%)		
	Kontrol	Soda kue	Kapur
-	1.375 ^e		
1%		1.522 ^b	1.849 ^c
3%		1.840 ^c	2.065 ^d
5%		1.933 ^a	2.682 ^f

Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Penentuan abu total digunakan untuk berbagai tujuan, yaitu selain sebagai parameter nilai gizi dalam bahan makanan juga untuk mengetahui baik tidaknya suatu proses pengolahan, serta untuk mengetahui jenis bahan yang digunakan. Hasil analisis kadar abu menunjukkan bahwa pada sampel dengan perendaman larutan soda kue terdapat perbedaan yang nyata diantara semua sampel. Pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi soda kue yang digunakan saat perendaman maka besarnya kadar abu *tortilla* semakin meningkat. Hal ini juga terjadi pada sampel yang rendam menggunakan larutan kapur. Ini disebabkan karena perendaman dengan alkali akan meningkatkan kandungan mineral pada produk *tortilla chips* yang dihasilkan sehingga akan memberikan sumbangan yang besar bagi peningkatan kadar abu *tortilla chips*. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Sudarmadji *et al.* (1997) bahwa kadar abu berhubungan erat dengan kandungan mineral suatu bahan.



Gambar 4.7. Grafik Analisa Kadar Abu

Kemudian jika membandingkan antara jenis alkali yang digunakan dalam perendaman, hasil analisa menunjukkan bahwa sampel yang direndam dengan larutan kapur menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan sampel yang direndam dengan larutan soda kue. Diduga bahwa jumlah kalsium dalam kapur (CaO) lebih banyak dibandingkan jumlah natrium dan karbonat dalam soda kue (NaHCO₃) sehingga akan berpengaruh nyata terhadap besarnya kadar abu di masing-masing sampel.

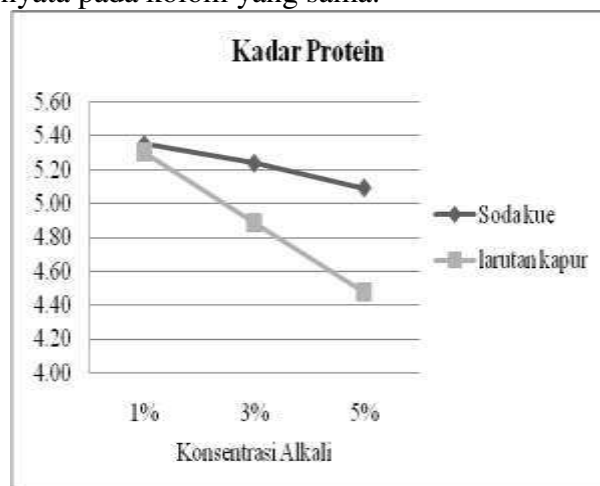
3. Analisis Kadar Protein

Protein merupakan zat makanan yang penting bagi tubuh manusia, karena berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh dan juga sebagai bahan pembangun dan pengatur (Winarno, 2004). Protein merupakan salah satu komponen yang dinilai dalam uji kimia *tortilla*.

Tabel 4.4. Analisis Kadar Protein *Tortilla Chips*

Konsentrasi	Kadar Protein (%)		
	Kontrol	Soda kue	Kapur
-	5.422 ^e		
1%		5.350 ^f	5.303 ^e
3%		5.238 ^d	4.885 ^b
5%		5.090 ^c	4.475 ^a

Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.



Gambar 4.8. Grafik Uji Kadar Protein

Protein merupakan zat makanan yang penting bagi tubuh manusia, karena berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh dan juga sebagai bahan pembangun dan pengatur (Winarno, 2004). Protein merupakan salah satu komponen yang dinilai dalam uji kimia *tortilla*. Hasil analisis kadar protein menunjukkan bahwa pada sampel dengan perendaman larutan soda kue terdapat perbedaan

yang nyata diantara semua sampel. Pada **Tabel 4.4** menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi soda kue yang digunakan saat perendaman maka besarnya kadar protein *tortilla* semakin menurun. Ini berarti konsentrasi yang tinggi memberikan penurunan kadar protein pada *tortilla*, disebabkan oleh banyaknya protein yang larut saat perendaman. Diduga sebagian besar lemak dan protein pada jagung terdapat pada pericarp jagung sehingga saat perendaman semakin banyak penggunaan alkali maka akan lebih banyak melarutkan partikel-partikel seperti lemak dan protein yang terkandung didalamnya dimana akan menurunkan persentase partikel-partikel tersebut. Valderrama-Bravo *et al.* (2010) menguatkan bahwa perlakuan perendaman dengan larutan alkali akan menyebabkan kehilangan protein dan lemak yang tinggi akibat terlepasnya pericarp jagung. Oleh karena itu, semakin besar konsentrasi soda kue maka kadar protein *tortilla* akan semakin menurun. Demikian pula halnya dengan sampel yang direndam menggunakan larutan kapur. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada semua sampel yang direndam dengan larutan kapur, ini berarti ada pengaruh yang nyata antara penggunaan alkali dengan besarnya kadar protein *tortilla* yaitu semakin besar konsentrasi kapur yang digunakan saat perendaman maka besarnya kadar protein *tortilla* semakin menurun. Larutan kapur akan dengan mudah melepaskan pericarp jagung sehingga proteinnya larut dalam rendaman.

4. Analisis Kadar Lemak

Lemak merupakan sumber energi bagi tubuh yang dapat memberikan nilai energi lebih besar daripada karbohidrat dan protein (Gomez, 1989). Analisis lemak dimaksudkan untuk mengetahui adanya pengaruh antara perlakuan yang berbeda dengan besarnya persentase lemak yang dihasilkan akibat perlakuan tersebut.

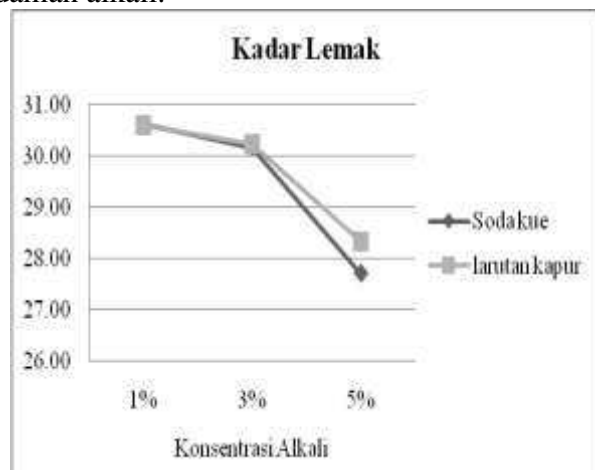
Tabel 4.5. Analisis Kadar Lemak *Tortilla Chips*

Konsentrasi	Kadar Lemak (%)		
	Kontrol	Soda Kue	Kapur
-	38.072 ^a		
1%		30.617 ^a	30.586 ^a
3%		30.162 ^b	30.220 ^b
5%		27.697 ^b	28.316 ^b

Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.

Lemak merupakan sumber energi bagi tubuh yang dapat memberikan nilai energi lebih besar daripada karbohidrat dan protein (Kurtzweil, 2006).

Analisis lemak dimaksudkan untuk mengetahui adanya pengaruh antara perlakuan yang berbeda dengan besarnya persentase lemak yang dihasilkan akibat perlakuan tersebut. Berdasarkan analisis kadar lemak yang dilakukan pada *tortilla*, diperoleh hasil bahwa ada perbedaan nyata yang terjadi antara kontrol dengan sampel yang diberi perlakuan perendaman alkali.



Gambar 4.9. Grafik Hasil Uji Kadar Lemak

Sampel yang direndam tanpa menggunakan larutan alkali tidak berbeda nyata terhadap sampel yang direndam dengan alkali (baik soda kue maupun kapur) konsentrasi 1%, tetapi berbeda nyata terhadap sampel yang direndam alkali dengan konsentrasi 3% dan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alkali sebesar 1% ternyata tidak memberikan pengaruh terhadap hilang/berkurangnya kadar lemak, tetapi jika konsentrasi ditambahkan sebanyak 3% sampai 5% maka akan berpengaruh terhadap hilang/berkurangnya kandungan lemak dalam jagung. Penggunaan soda kue yang semakin banyak saat perendaman akan menyebabkan pericarp jagung semakin mudah terlepas, dimana sebagian besar lemak tersimpan dalam pericarp jagung. Seperti yang telah diterangkan sebelumnya bahwa perlakuan perendaman dengan larutan alkali akan menyebabkan kehilangan protein dan lemak yang tinggi akibat terlepasnya pericarp jagung (Valderrama-Bravo *et al*, 2010). Oleh karena itu, semakin besar konsentrasi soda kue maka kadar lemak *tortilla* akan semakin menurun. Demikian pula halnya dengan sampel yang direndam menggunakan larutan kapur. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara sampel kontrol dengan konsentrasi kapur 3% dan 5%, tetapi kontrol tidak berbeda nyata dengan konsentrasi kapur 1%. Ini berarti konsentrasi kapur

sebesar 3% hingga 5% memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar protein *tortilla*. Larutan kapur akan dengan mudah melepaskan pericarp jagung sehingga lemak akan larut dalam rendaman.

5. Analisis Kadar Karbohidrat

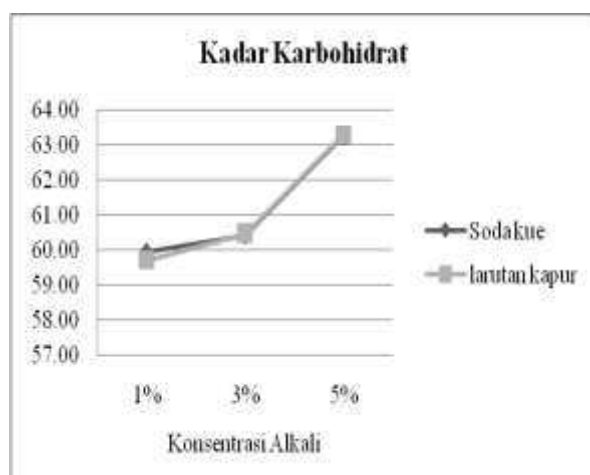
Karbohidrat merupakan komponen bahan pangan yang berperan sebagai penyuplai energi. Selain menghasilkan energi, karbohidrat dalam bahan pangan juga berperan menentukan karakteristik tekstur.

Tabel 4.6. Analisis Kadar Karbohidrat *Tortilla Chips*

Konsentrasi	Kadar Karbohidrat (%)		
	Kontrol	Soda Kue	Kapur
-	51.405 ^{bc}		
1%		59.959 ^{cd}	59.724 ^b
3%		60.438 ^c	60.482 ^{bc}
5%		63.285 ^d	63.293 ^a

Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.

Karbohidrat merupakan komponen bahan pangan yang berperan sebagai penyuplai energi. Selain menghasilkan energi, karbohidrat dalam bahan pangan juga berperan menentukan karakteristik tekstur. Mengamati **Tabel 4.6** diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antara sampel tanpa penambahan alkali dalam perendaman (atau disebut kontrol) dengan sampel yang direndam larutan alkali (baik soda kue maupun kapur) konsentrasi 1% dan 3%, tetapi berbeda dengan sampel yang direndam dengan alkali sebanyak 5% berbeda nyata terhadap sampel kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan alkali sebanyak 1% hingga 3% ternyata tidak memberikan pengaruh terhadap kenaikan karbohidrat *tortilla*, tetapi akan memberikan pengaruh peningkatan pada konsentrasi 5%. Ini dikarenakan terjadi peningkatan pada kadar abu *tortilla*, seperti yang diketahui bahwa persentase kadar karbohidrat dihitung berdasarkan selisih jumlah gizi yang menghasilkan energi. Peningkatan pada kandungan mineral dalam *tortilla* dipengaruhi oleh adanya penambahan alkali dalam perendaman, dimana senyawa mineral yang terkandung dalam bahan alkali akan terserap kedalam jagung sehingga jumlah karbohidrat *tortilla* meningkat.



Gambar 4.10. Grafik Uji Kadar Karbohidrat

Mengamati perbandingan penggunaan soda kue dengan kapur dalam perendaman, dapat diketahui bahwa larutan kapur memberikan kenaikan karbohidrat lebih besar daripada larutan soda kue. Hal ini diduga karena penyerapan mineral dari kapur ke dalam jagung dalam jangka waktu yang sama lebih besar dibandingkan penyerapan mineral dari soda kue. Hal ini kembali pada sifat dari bahan alkali dimana kapur yang dilarutkan dalam air akan mengeluarkan sifat panas karena terbentuknya kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) sehingga penetrasi mineral ke dalam jaringan jagung akan lebih cepat.

C. Hasil Analisis Fisik (Tekstur)

Tekstur diuji berdasarkan tingkat kemudahan patah suatu bahan pangan, dalam hal ini *tortilla*. Besarnya tingkat kerenyahan *tortilla* ditunjukkan dengan nilai F_{break} (kemudahan patah) terkecil/rendah. Makin mudah sampel *tortilla* patah, maka nilai F_{break} -nya makin kecil yang berarti terstruktur *tortilla* tersebut makin baik (renyah).

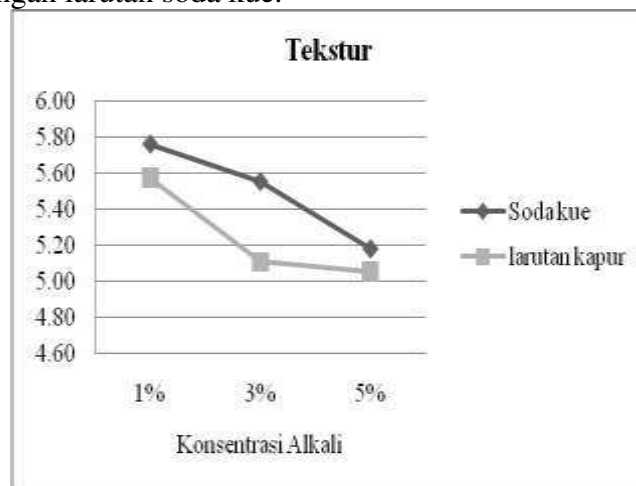
Tabel 4.7. Uji Tekstur Tortilla Chips

Konsentrasi	Uji Tekstur (N)		
	Kontrol	Soda Kue	Kapur
-	5.466 ^a		
1%		5.760 ^a	5.577 ^{bc}
3%		5.553 ^a	5.106 ^c
5%		5.181 ^{ab}	5.051 ^c

Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada kolom yang sama.

Tabel 4.7 menunjukkan ada perbedaan yang nyata antara kontrol dengan sampel yang direndam larutan kapur, namun berbeda halnya dengan larutan soda kue yang tidak berbeda nyata terhadap kontrol.

Ini berarti bahwa sampel yang direndam menggunakan penambahan kapur memberikan pengaruh terhadap tekstur *tortilla* setelah digoreng. Pengaruh yang dimaksud yaitu tingkat kerenyahan *tortilla* yang lebih baik dibandingkan sampel yang tidak diberi penambahan alkali dalam perendaman (disebut kontrol) maupun sampel yang direndam dengan larutan soda kue.



Gambar 4.11. Grafik Uji Tekstur

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa tingkat kerenyahan dipengaruhi oleh adanya proses gelatinisasi. Kerenyahan *tortilla* disebabkan oleh banyaknya air yang terlepas dari granula pati yang pecah pada saat penggorengan. Banyaknya air yang terlepas ini disebabkan oleh banyaknya pati yang tergelatinisasi. Menurut Pinus Lingga (1985), kerenyahan terjadi karena kalsium dari larutan Ca(OH)_2 yang berpenetrasi kedalam jaringan jagung menjadi lebih kompak dengan terbentuknya ikatan baru antara kalsium dengan senyawa yang terdapat dalam jaringan jagung, hal ini yang menyebabkan *tortilla chips* menjadi renyah.

Kerenyahan juga diduga karena dalam butiran pati jagung rantai-rantai amilosa dan amilopektin tersusun dalam bentuk semi kristal yang menyebabkan tidak larut dalam air, dengan adanya perlakuan pemanasan dan perendaman struktur kristal rusak dan rantai polisakarida akan mengambil posisi acak sehingga menyebabkan tergelatinisasi sempurna. Menurut Matz (1962), bila pati tergelatinisasi sempurna maka jumlah air yang keluar cukup besar sehingga akan terbentuk rongga-rongga yang besar yang menghasilkan produk yang bertekstur renyah. Semakin tinggi konsentrasi kapur yang digunakan selama perendaman maka semakin tinggi tingkat kerenyahan *tortilla chips* tersebut,

dibuktikan oleh nilai *Fbreak* terkecil (lihat pada Tabel 4.7). Hal ini diduga karena semakin tinggi konsentrasi alkali maka pericarp terlepas secara optimal sehingga memudahkan penetrasi air dan kalsium kedalam biji jagung yang akan menghasilkan produk akhir yang semakin renyah.

Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk mengkaji karakteristik sensoris dan fisikokimia *tortilla corn chips* dengan variasi larutan alkali pada proses *nikstamalisasi* jagung, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Tortilla* dengan konsentrasi alkali 5% mempunyai karakteristik sensoris *tortilla* yang paling baik, dikarenakan oleh penerimaan yang baik dari panelis terhadap sampel tersebut.
2. Karakteristik kimia meliputi air, protein, dan lemak, mengalami penurunan jumlah atau kadar kandungan dalam *tortilla*, dikarenakan semakin banyak penggunaan alkali dalam proses *nikstamalisasi* jagung maka semakin banyak pula kandungan-kandungan kimia tersebut yang larut kedalam rendaman, sedangkan untuk kandungan kimia seperti abudan karbohidrat mengalami kenaikan kadar kandungan, disebabkan oleh penggunaan alkali yang dapat meningkatkan jumlah mineral dalam *tortilla* sehingga kandungan kimia yang dimaksudkan pun meningkat.
3. *Tortilla* dengan konsentrasi 5% mempunyai karakteristik fisik berupa tekstur *tortilla* yang paling baik, dikarenakan penggunaan alkali yang dapat memicu terjadinya gelatinisasi sempurna dimana struktur *tortilla* akan lebih porous setelah digoreng.

B. Saran

Pada tahap-tahap penelitian, selain memiliki kelebihan tentu masih memiliki kekurangan-kekurangan. Maka dari itu, untuk menutupi kekurangannya disarankan agar perlu diberikan perlakuan tambahan untuk memperbaiki kandungan kimia *tortilla* seperti kandungan protein, yaitu dengan penambahan bahan-bahan makanan yang memiliki kandungan protein tinggi sehingga dapat menunjang kandungan protein

yang sebagian telah hilang selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. Krupuk a.k.a Kerupuk. Wikipedia, the Free Encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Kerupuk>. Diakses : 19 Maret 2010
- Anggriawan, R. 2010. *Pengaruh Varietas Jagung Hibrida dan Metode Penggilingan terhadap Variabel Kimia, Fisik dan Fungsional Tepung Jagung Hibrida*. Skripsi. Universitas Jenderal Soedirman. 130pp.
- Apriyantono, A. 1989. Analisis pangan. UPT Produksi Media Informasi LSI-IPB. Bogor. Hlm xx.
- .Blessin, C.W., J. D. Brecher and R. Dimler. 1964. Carotenoids of corn and sorghum. St. Louis, Missouri.
- Bressani, R. 1990. Chemistry, technology and nutritive value of maize *tortilla corn chips*. Food Rev. Int, 6: 225-264
- Buckle, K.A. PA Eiwards, GH Fleet, M. Wooton. 1985. *Ilmu Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet dan M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Carranza, R. 2006. *A pioneer of The Tortilla corn chips Chips*. The San Diego Union-Tribune.
- Carmen, W. 2003. Nixtamalization, a mesoamerican technology to process maize at small-scale with great potential for improving the nutritional quality of maize based foods. UNAM. D. F. México.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1994. *Garam*. SII 0104-76
- Dewan Standarisasi Nasional. 1994. *Air*. SNI-01-3553-1994
- Dewan Standarisasi Nasional. 1994. *Minyak Goreng*. SNI 19-0429-989.
- Desroiser, N.W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan Edisi III*. Jakarta. Universitas Indonesia Press
- Effendi. Suryatna. 1991. *Bercocok Tanam Jagung*. Yasaguna. Jakarta.
- Fernandez, J. L., M. E. Rodriguez., R.C. Pless., H. E. M. Flores., M. Leal., J. L. Martinez and L. Banos. 2008. *Changes in Nixtamalized Corn Flour Dependent on Postcooking Steeping Time*. American

- Association of Cereal Chemist, Inc. 79 (1). 162-166.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in Food Industry*. Academic Press, London.
- Gomez, M. H., C. M. McDonough, L.W. Rooney and R. D. Waniska. 1989. Changes in corn and sorghum during nixtamalization and tortilla corn chips baking. *Journal of Food Science*. 54 : 330–336
- Iskandar, S. dan IG. Ismail. 1977. Budidaya Peningkatan Produksi Jagung Himpunan Makalah Simposium I. Peranan Hasil Penelitian Padi Palawija Puslitbangtan, Bogor
- Inglett, G. E. 1987. Kernel, Structure, Composition and Quality. Ed. Corn: Culture. Processing and Products. Avi Publishing Company, Westport.
- Kartika, Bambang, Pudji Hastuti dan Wahyu Supartono. 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. UGM. Yogyakarta.
- Ketaren. 1986. *Teknologi Hasil Pertanian*. Bina Ilmu. Surabaya.
- Lavlinesia. 1995. *Kajian Beberapa Faktor Pengembangan Volumetrik dan Kerenyahan Kerupuk Ikan*. Tesis. Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lingga P. 1995. *Bertanam Umbi-Umbian*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Matz, S. 1962. *Food texture*. The AVI Publishing Co. New York. 573 pp.
- Mendez-Montealvo, G., Sanchez-Rivera, M.M., Parades-Lopez, O. and Bello-Perez, L. A. 2006. *Thermal and rheological properties of nixtamalized maize starch*. International Journal of Biological Macromolecules. 40 : 59-63.
- Munawaroh, M. 2001. Pengaruh Lama Perebusan dalam air Kapur [Ca(OH)₂] dan Konsentrasi Natrium Bikarbonat Terhadap Kualitas Keripik jagung. Skripsi Jurusan THP. FTP. Unibraw. Malang
- Munarso dan Mudjisihono. 1998. *Analisis kandungan kimia dari varietas-varietas Jagung yang dilepas*. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Sukamandi.
- Muchtadi, Tien. R dan Sugiyono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwaningsih, Eko. 2006. *Pengayaan Seri PKK Bawang Putih*. Ganeca Exact. Bekasi.
- Perkins and Erickson, C, 1996. *Maillard Reaction in Food: Chemical, Physiological and Technological Aspect*. Pergamon press, Oxford.
- Palacios-Fonseca, A. J., C. Vazquez-Ramos and M.E. Rodríguez-García. 2009. Physicochemical characterizing of industrial and traditional nixtamalized corn flours. *Journal of Food Engineering*. 93: 45–51.
- Rukmana, Rahmat. 1995. *Budidaya Bawang Putih*. Kanisius. Yogyakarta.
- Santoso, H. 2008. *Kerupuk*. Kanisius. Yogyakarta.
- Setiawan, H. 1988. *Mempelajari Karakteristik Fisika Kimia Kerupuk dari Berbagai Taraf Formulasi Tapioka, Tepung Kentang dan Tepung Jagung*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suarni. 2009. Prospek pemanfaatan tepung jagung untuk kue kering (cookies). Balai Penelitian Tanaman Serelia. Maros. Jurnal Litbang Pertanian. 28 (2) : 63-68.
- Suarni dan S. Widowati. 2007. Struktur, Komposisi, dan Nutrisi Jagung. *Jurnal Teknik Produksi dan Pengembangan Jagung*. 14 pp
- Suarni. 2002. Karakteristik sifat fisik dan komposisi kimia biji jagung beberapa varietas. Hasil Penelitian Balitsereal Maros. Belum Dipublikasi. 12 p.
- Sudarmadji, Slamet, Haryono Bambang, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Suyanti. 2010. *Membuat Mi Sehat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Supartono, W. 2000. *Pengembangan Produk dan Standarisasi Kualitas Kerupuk* Rambak. Seminar Nasional Industri Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM.. Yogyakarta.
- Valderrama-Bravo, C., A. Rojas-Molina, E. Gutiérrez-Cortez, I. Rojas-Molina, A. Oaxaca-Luna, E. De la Rosa-Rincón, M.E. Rodríguez-García. 2010. Mechanism of calcium uptake in corn kernels during the traditional nixtamalization process: Diffusion, accumulation and percolation. *Journal of Food Engineering*. 98 : 126–132.
- Varela, et al. (1988) R.L., S.K. Lin, L.S. Chang, and S.H. Lai. 1979. *Use of Sweet Potato (Ipomoea Batatas) Leaf Tips as Vegetables*.

- I. Evaluation of morphological traits. *Expl. Agric.* 15:113-116.
- Watson. 2003. *Corn: chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul Minnesota. USA.
- Widowati, E. 2006. *Pengaruh Lama Perendaman dengan Larutan Kapur Tohor Ca(OH)_2 pada Kulit Buah Manggis terhadap Kualitas Kembang Gula Jelly*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Winarno, F.G 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1981. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1984. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1992. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno. F.G. 2002. *Kimia pangan dan gizi*. Gramedia. Jakarta. 15-45.
- Winarno, F. G. 2004. *Keamanan Pangan*. M-BRIO press Bogor.
- Zuhra, C. F. 2006. *Flavor (Citarasa)*. FMIPA. USU. Medan.